

PAT-NO: JP403011904A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03011904 A
TITLE: MODULATION OF INVERTER
PUBN-DATE: January 21, 1991
INVENTOR-INFORMATION:
NAME
KOO, HIDEO
ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP N/A
APPL-NO: JP01146027
APPL-DATE: June 7, 1989
INT-CL (IPC): B60L009/18, H02M007/48 , H02P007/63
US-CL-CURRENT: 105/61
ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce pulse width variations by the switching of modes between the 1st mode of 9 pulses and 2nd mode of 5 pulses and to prevent the sudden change of an inverter output by setting a designated transient mode for modulation between the above 1st and 2nd modes.

CONSTITUTION: In switching from the 1st mode where nine pulses are distributed in the range of 180deg; of output voltage 20 in variable voltage and variable frequency to the 2nd mode where five pulses are distributed in the range of 120deg; thereof, each pulse width and pulse interval of a pair of output pulses 22 and 23 existing in each phase at 0deg; and 180deg; of the output voltage 20 in the 1st mode is reduced one after another, while a transient mode to reduce the zero output width in the phase of 60deg; and 120deg; of the output voltage 20 one after another eown to the designated minimum time width determined by the switching performance of a switching element is set between the 1st and 2nd modes. With the pulse width variations reduced, the sudden change of motor current and output torque can thereby be prevented.

COPYRIGHT: (C)1991, JPO&Japio

⑬ Int. Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)1月21日

B 60 L 9/18
H 02 M 7/48
H 02 P 7/63A 8625-5H
F 8730-5H
K 7531-5H

3 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 インバータの変調方法

⑯ 特 願 平1-146027

⑰ 出 願 平1(1989)6月7日

⑱ 発 明 者 小 尾 秀 夫 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
伊丹製作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

インバータの変調方法

2. 特許請求の範囲

所定のモードで変調波と搬送波とを設定し、上記両波の比較から得られるゲート信号でインバータのスイッチング素子をオンオフ制御して可変電圧・可変周波数の出力電圧を得るインバータの変調方法であって、上記出力電圧の180°の範囲に9パルスを分配させる第1のモードから上記出力電圧の120°の範囲に5パルスを分配させる第2のモードへ切替える場合において、

上記第1のモードにおける出力電圧の0°および180°の位相の各々に存在する一対の出力パルスの各パルス幅およびパルス間隔を順次低減するとともに、上記第1のモードにおける出力電圧の60°および120°の位相における零出力幅を上記スイッチング素子のスイッチング性能から定まる所定の最小時間幅まで順次低減する過渡モードを、上記第1のモードと第2のモードとの間に設定し

たことを特徴とするインバータの変調方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、例えば誘導電動機を駆動制御する3相インバータ等のインバータの変調方法に関するものである。

〔従来の技術〕

第2図ないし第4図は、例えば昭和53年電気四学会連合大会論文73「車両用誘導電動機のインバータ制御について(その2)」に記載されたこの種従来のインバータの変調方法を説明するもので、第2図はインバータの主回路構成を示す回路図、第3図はその制御回路構成を示すブロック図、第4図はその動作波形を示すタイムチャートである。図において、(1)は直流電源、(2)は主回路を入切する開閉器、(3)および(4)は逆し形フィルタ回路を構成するそれぞれフィルタリアクトルおよびフィルタコンデンサ、(5U)～(5Z)は3相ブリッジに接続されてインバータを構成するスイッチング素子としてのサイリスタ等の半導体スイッチ、(6)は誘導

電動機、(7)は誘導電動機(6)の電流を検出する電流検出器、(8)は誘導電動機(6)の回転周波数を検出するパルス発生器である。

(9)は制御の入力条件となる運転指令、(10)は運転指令(9)からの指令に基づき電流指令 I_p を発生する電流指令発生部、(11)は同じく運転指令(9)からの指令に基づきすべり周波数指令 f_{sp} を発生する周波数指令発生部、(12)は電流指令発生部(10)の出力と電流検出器(7)で検出した誘導電動機(6)の電流 I_M の信号とからインバータの出力電圧 V を演算する電流制御部、(13)は周波数指令発生部(11)の出力と電流 I_M の信号とから誘導電動機(6)のすべり周波数 f_s を演算するすべり制御部、(14)はパルス発生器(8)からの回転周波数 f_M とすべり制御部(13)からのすべり周波数 f_s とからインバータの出力周波数 F を演算する加算器、(15)は出力電圧 V と出力周波数 F とを目標に各半導体スイッチ(5U)等へゲート信号を送出する変調回路である。

次に動作について説明する。運転指令(9)からの指令で電流指令発生部(10)で発生された電流指令 I_p

は電流制御部(12)で電流信号 I_M と比較増幅され、誘導電動機(6)に印加すべきインバータの出力電圧 V となって変調回路(15)に入力される。また、運転指令(9)からの指令で周波数指令発生部(11)で発生されたすべり周波数指令 f_{sp} はすべり制御部(13)で電流信号 I_M と比較増幅され、誘導電動機(6)のすべり周波数 f_s となって加算器(14)に入力される。加算器(14)は、このすべり周波数 f_s とパルス発生器(8)からの回転周波数 f_M とを入力し、下式により、誘導電動機(6)の加速時には加算、回生時には減算してインバータの出力周波数 F を変調回路(15)へ送出する。

$$F = f_M \pm f_s \quad \dots \dots (1)$$

変調回路(15)は指令された出力周波数 F および出力電圧 V に基づき、予め定められたモードによる正弦波状のU相変調波(16)と三角波状の搬送波(17)とを、例えば第4図に示すように設定する。そして、U相変調波(16)と搬送波(17)との両波形を比較しその交点で反転するU相変調信号(18)を得る。このU相変調信号(18)の出力レベルに依り

て第2図で示す半導体スイッチ(5U)および(5X)のオン、オフのタイミングを決定する。

同様にして、U相から120°遅れた図示しないV相変調波と搬送波(17)とからV相変調信号(19)を得、このV相変調信号(19)の出力レベルに依りて半導体スイッチ(5V)および(5Y)のオン、オフのタイミングを決定する。U相変調信号(18)およびV相変調信号(19)に基づく半導体スイッチの点弧動作からインバータの出力電圧として、例えばU-V相間出力電圧(20)が得られる訳である。

ところで、誘導電動機(6)の加速が進み出力周波数 F が上昇していくと、これに応じてインバータを構成する半導体スイッチのスイッチング周波数も増大させる必要がある。しかし、半導体スイッチにはそのスイッチング性能や使用条件等からそのスイッチング周波数に上限が存在し、このため、出力周波数 F の上昇に伴ってインバータの出力電圧波形に含まれる出力パルスの数を階段状に低減していく方法が一般的に採用されている。例えば、昭和62年6月発行電気学会技術報告Ⅱ部251号

「電気車の交流電動機駆動・インバータ制御方式」P.38～39には、非同期→21パルス→15パルス→9パルス→5パルス→3パルス→1パルスの各モードで出力パルスを切換える方法が紹介されている。

第5図は上記パルスモードの切換えのうち、特に9パルスから5パルスのモードに切換える場合の各波形を示したものである。図において、搬送波(17)はAに示す時点で不連続的にその波形を変化させている。即ち、時点AまでのU-V相間出力電圧(20)の波形はその半周期中の180°の範囲に9パルスを分配させた第1のモードに、そして時点A以降のU-V相間出力電圧(20)の波形はその120°の範囲に5パルスを分配させた第2のモードになっており、この時点Aで第1のモードから第2のモードへの切換えが行われている訳である。なお、第5図の(21)は正弦波状のV相変調波である。

(発明が解決しようとする課題)

従来のインバータの変調方法では、以上のように、180°の範囲に9パルスを分布させた第1の

モードから、 120° の範囲に5パルスを分布させた第2のモードへ直接切換えるため大きなパルス幅変動が発生し、誘導電動機側の電流や出力トルクが急変して乗心地等が悪化するという問題点があった。

この発明は以上のような問題点を解消するためになされたもので、特に9パルスと5パルスとの変調モードの切換えをスムーズに行い、パルス幅変動を小さくして電動機電流や出力トルクの急変を防止することができるインバータの変調方法を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段および作用〕

この発明に係るインバータの変調方法は、第1のモードと第2のモードとの間に以下の過渡モードを設定したものである。

即ち、第1のモードにおける出力電圧の 0° および 180° の位相の各々に存在する一対の出力パルスの各パルス幅およびパルス間隔を順次低減するとともに、上記第1のモードにおける出力電圧の 60° および 120° の位相における零出力幅をス

イッチング素子のスイッチング性能から定まる所定の最小時間幅まで順次低減する。この過渡モードが完了した後、第2のモードに切換える。第2のモードから第1のモードへ戻るときは上記した順序と逆の動作を行う。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図は従来の第5図に対応してこの実施例における各波形を示したもので、図中、各波形には従来と同一の符号を付けている。図において、時点A以前は9パルスの第1のモードで、従来の第5図の時点A以前と同一の動作である。時点B以降は5パルスの第2のモードで、従来の第5図の時点A以降と同一の動作である。但し、従来の場合と比較すると、UV相間出力電圧(20)で半周期分ずれた位相から始まっている。そして、時点Aから時点Bに至る部分が、今回新たに挿入した過渡モードで、図示を簡単にするため第1図では半周期の期間で終了しているが、実際は更に長い期間をとり徐々に変化させるようにする。

次に、この過渡モードにおける変調回路(15)の具体的な動作を第1図に従って説明する。出力周波数Fが9パルスモードの上限値に達すると(時点A)、変調回路(15)はこれを検出して過渡モードに移行するべく、搬送波(17)の波形を順次変形していく。即ち、UV相間出力電圧(20)の位相 0° 、 60° 、 120° 、 180° (0°)、…における搬送波(17)の頂点位置を徐々に下げていく。但し、図に示すように、半導体スイッチ(5U)等のスイッチング性能等から定まる所定の最小時間幅 ΔT の部分は残して三角波としての頂点位置を下げていく。そして、同時に当該頂点と逆極性の隣接する両頂点間の時間幅TWを徐々に広げていく。過渡モードの位相 60° の部分に一部点線で示す三角波形は、9パルスモードのときの搬送波(17)の波形を参考までに示したものである。

以上の搬送波(17)の波形操作により、UV相間出力電圧(20)の位相 60° および 120° における零出力幅は徐々に低減しやがて最小時間幅 ΔT に至る(図中Cで示す)。また、UV相間出力電圧

(20)の位相 0° および 180° の部分には、元々、即ち9パルスモードでは一対の出力パルス(22)(23)が存在しているが、上記下搬送波(17)の操作により、これら出力パルス(22)(23)の各パルス幅およびパルス間隔が徐々に低減し、やがて消滅する(図中Dで示す)。そして、搬送波(17)の頂点位置が零レベルに至り、時間幅TWが5パルスモードのそれに一致した時点で過渡モードは終了し、つづいて5パルスモードに移行する。逆に、5パルスモードから9パルスモードへ切換える場合は上記と逆の操作を行えばよい。

この過渡モードの周期数を適当に設定することにより、9パルスの第1モードと5パルスの第2のモードとの間の切換えを連続的にスムーズに行うことができ、電動機電流や出力トルクの急変を防止することができる。

なお、上記で説明した搬送波(17)の波形の操作は、例えば、変調回路(15)に内蔵するROMに必要な波形データを記憶させておき、必要に応じて取出すようにすればよい。

また、上記実施例では、U相変調波(16)を正弦波としたが方形波としてもよく、搬送波(17)も三角波に限らず例えば特開昭58-179176号公報に記載されたような種々な波形のものを採用してもよい。

(発明の効果)

以上のように、この発明では、9パルスの第1のモードと5パルスの第2のモードとの間に所定の過渡モードを設定して変調するようにしたので、第1と第2とのモード切換えによるパルス幅変動が小さくなり、インバータ出力の急変が防止される。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例による変調動作を説明するための各波形のタイムチャート、第2図はインバータの主回路構成を示す回路図、第3図はその制御回路構成を示すブロック図、第4図はその基本動作を説明するためのタイムチャート、第5図は従来の変調動作を説明するためのタイムチャートである。

図において、(5U)～(5Z)はスイッチング素子としての半導体スイッチ、(15)は変調回路、(16)はU相変調波、(17)は搬送波、(20)はUV相間出力電圧、(21)はV相変調波、(22)(23)は一对の出力パルス、 ΔT は最小時間幅である。

なお、各図中同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 弁理士 大 岩 増 雄



